

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/298722963>

Rendimiento de la depuración biológica en la industria agroalimentaria de la Región de Murcia. Biological wastewater...

Article · February 2016

CITATIONS

0

READS

19

4 authors, including:



[Agustín Lahora](#)

Universidad de Almería

71 PUBLICATIONS 32 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Flora del Levante Almeriense (España) [View project](#)



Pharmaceuticals compounds in WWTPs [View project](#)

Rendimiento de la depuración biológica en la industria agroalimentaria en la Región de Murcia

Luís Miguel Ayuso¹, Ana Belén Morales¹, Luis Dussac¹, Agustín Lahora²

¹Centro Tecnológico Nacional de la Conserva y Alimentación - CTC | www.ctnc.es • ²ESAMUR | www.esamur.com

ANTECEDENTES

En la industria agroalimentaria y en particular en el sector de transformados vegetales el agua es una materia prima imprescindible para el desarrollo de su actividad. De hecho es el sector industrial que más agua consume si hablamos de agua de calidad de consumo humano.

El alto consumo de agua en este tipo de industrias se debe a su utilización tanto como materia prima, formando parte del producto final, como a su aprovechamiento como materia auxiliar de diferentes procesos. En efecto, el agua posee unas características que la hacen idónea para estos fines: alta capacidad calorífica y alto calor latente de vaporización, alto poder de disolución, excelente agente de limpieza, buen medio de transporte para productos delicados, etc.

Son numerosas las fases de producción y operaciones que se llevan a cabo en este subsector que utiliza agua como elemento indispensable para su realización: lavado de materias primas, escaldado y enfriamiento, tratamiento térmico, equipos auxiliares (producción de vapor, torres de refrigeración, etc.), limpieza, etc.



El consumo de agua menor de 30.000 m³/año corresponde a pequeñas empresas con producción estacional, el consumo entre 30.000 y 200.000 m³/año se produce en empresas medianas; las grandes conserveras y congeladoras gastan más de 200.000 m³/año.

Por otra parte y como consecuencia del elevado consumo de agua, este sector también genera un alto volumen de aguas residuales. Estas aguas residuales se caracterizan por su elevada carga orgánica y un contenido salino variable, que se traduce analíticamente en elevadas DBO (demanda bioquímica de oxígeno), DQO (demanda química de oxígeno) y sólidos en suspensión (SST), y en ocasiones vertidos con alta conductividad y pHs variables. A estas características se le une la ausencia de compuestos de naturaleza tóxica tales como: metales pesados, productos fitosanitarios, etc...

En los últimos años y en respuesta a la cada vez mayor importancia del factor medioambiental, a la presión de la sociedad, de las distintas administraciones y a la exigente normativa, son numerosas las empresas que han instalado depuradoras. La depuración biológica de fangos activos en cualquiera de sus versiones, es el tratamiento mayoritariamente adoptado por las empresas del sector de transformados vegetales por ser la más adecuada a este tipo de aguas residuales. Esta depuración elimina con elevados rendimientos la carga orgánica de las aguas residuales.

No obstante y a pesar de que la depuración biológica de fangos activos es la más idónea por las características de las aguas residuales generadas por este sector, por las numerosas experiencias industriales existentes y también por los menores costes de explotación de este sistema en la eliminación de la carga orgánica de las aguas tratadas frente a otros sistemas, hay varios aspectos a tener en cuenta para su correcto funcionamiento.

Un aspecto significativo es la variabilidad en la generación de las aguas residuales tanto en caudal como en carga contaminante de la industria de transformados vegetales. Hay que tener en cuenta que este sector trabaja por campañas y que estas están muy afectadas por la estacionalidad de la materia prima. Esto implica que hay períodos de parada en la actividad y por tanto en la generación de aguas residuales y otros períodos en los que se pueden juntar varias campañas y por tanto el caudal de aguas residuales generadas se incremente. Además, también se aprecian diferencias en la carga contaminante de las aguas residuales en función de la campaña y de las tecnologías de procesado utilizada.

Otro aspecto que influye en el rendimiento de las depuradoras industriales es la variación en la actividad de la empresa, que no es estable en diferentes años y factores como clima, precio de mercado, competencia de terceros paí-

ses, etc., influyen en la cantidad de materia prima procesada y por tanto en el volumen de agua residual generada. Todo ello dificulta el dimensionamiento de las instalaciones de depuración y repercute en el funcionamiento de las mismas y en el coste de tratamiento de las instalaciones.

También es fundamental que las empresas cuenten con personal especializado en temas relacionados con la depuración y en particular con la depuración de fangos activos.

PLAN DE TRABAJO

El trabajo se ha realizado en colaboración con siete empresas representativas del sector de transformados vegetales de la Región de Murcia que procesan diferentes campañas y productos y que disponen de un sistema de depuración secundario de tipo biológico para tratar sus aguas residuales. El estudio se ha llevado a cabo a lo largo de





una temporada completa yha contemplado el procesado de las materias primas más relevantes de nuestra Región y los diferentes procesados llevados a cabo para la obtención de los distintos productos: conservas vegetales, zumos, aséptico, congelados, mermeladas, etc.

Uno de los objetivos del estudio es relacionar el rendimiento de la depuración con los equipos y tipo de depuración, tipo de campañas procesadas, etc. En todas las empresas se ha llevado a cabo una primera visita para conocer en profundidad sus sistemas de depuración y recoger información sobre diferentes aspectos relevantes para el proceso de depuración: datos de vertidos, disposición de personal, posible subcontratación de especialistas en gestión y mantenimiento de EDARI, existencia de diferencias significativas en las campañas llevadas a cabo durante el año, etc.

Posteriormente se ha llevado a cabo en cada una de las empresas un plan de toma de muestras de acuerdo con las campañas productivas de las empresas y en colaboración con los técni-

Tabla 1. Parámetros analíticos a determinar en las aguas residuales generadas en el sector de transformados vegetales antes y después de su paso las EDARI

Determinaciones físico-químicas.
Carga orgánica y nutrientes

pH
C.E. (S/cm)
Demanda Quíímica de Oxígeno (mg/L)
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)
Sólidos en Suspensión
Aceites y Grasas
Nitrógeno total
Fósforo total

cos responsables de la depuración de las mismas. En todos los casos se han muestreado todas las campañas que procesan. Se han recogido muestras puntuales a la entrada de las instalaciones de depuración, normalmente en la balsa de homogenización y a la salida de la depuradora, bien en un registro antes del entronque con la red de saneamiento bien en el canal parshall. El número de muestras ha variado entre empresas, debido fundamentalmente a las campañas que procesan cada una de

ellas. Se han tomado entre seis y catorce muestras por empresa.

Para evaluar el rendimiento de las diferentes instalaciones de depuración en la eliminación de la materia orgánica y otros contaminantes, hemos realizado la siguiente analítica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Respecto a la descripción de las instalaciones de depuración de las empresas que han colaborado en el estudio, podemos señalar que las EDARI estudiadas se corresponden con sistemas biológicos, seis de tipo fangos activos (tres sistemas de tipo secuencial-SBR y otros tres de tipo convencional) y uno de tipo anaerobio.

Todas las instalaciones disponían de un pretratamiento que consta de filtración mediante rototamices autolimpiables (entre 0.25 y 1 mm), homogenización de caudales y regulación de pH. Cuatro de ellas disponen también de tratamiento primario consistente en un físico-químico.

El agua residual tratada en estas instalaciones y que han sido muestreadas durante un año, procede del procesado de las siguientes frutas y hortalizas: alcachofa, pimiento, tomate, calabaza, fresa, limón, naranja, pera, melocotón y albaricoque y también de aguas residuales de elaboración de alimentos preparados y de envasado y limpieza. Los caudales tratados oscilan entre los 40.000 y 700.000 m³/año, lo que quiere decir que el estudio contempla un amplio espectro de tamaño de empresas de transformados vegetales.

Todas las empresas participantes en el estudio disponen de personal formado en temas de depuración y es práctica habitual contar con asesoría externa para momentos puntuales de dificultad técnica. En todos los casos, los años de experiencia y la formación del personal ha supuesto una mejora relevante en el funcionamiento de las instalaciones de

depuración respecto a los primeros años de su implantación.

Los resultados analíticos relacionados con la carga orgánica contaminante (DQO y DBO), pH y conductividad y el contenido en fósforo, nitrógeno, aceites y grasas y sólidos en suspensión donde las aguas residuales se muestran en la tabla 2. En esta tabla se recogen los datos obtenidos de las aguas residuales de entrada y salida en los tres sistemas de depuración estudiados. En primer lugar se pone la media de los datos obtenidos y debajo el intervalo en el que oscilan los mismos. El número de muestras es diferente para cada sistema dependiendo del número de depuradoras estudiadas (tres, tres y una respectivamente) y el numero de

campañas procesadas y su duración.

En primer lugar, en la tabla 2 podemos observar que la variabilidad en las características de las aguas de vertido que le llegan a las depuradoras a lo largo de un año es muy elevada, como se pone de manifiesto en los amplios rangos de valores que se muestran en los diferentes parámetros analizados. También es importante señalar que los volúmenes de aguas residuales generados entre las distintas campañas procesadas varía también muy notablemente (Tabla 3). A pesar de esta dificultad todas las empresas que disponen de un sistema de depuración biológico, en cualquiera de sus modalidades, cumplen sobradamente la normativa de vertidos (en la Región de Murcia, el Decre-

to 16/1999 sobre vertidos de aguas residuales industriales al alcantarillado).

Del estudio de los datos de entrada a las depuradoras, podemos señalar que las aguas residuales en origen contienen aceites y grasas en las campañas de procesado de cítricos, naranja y limón debido a los aceites esenciales que contienen estas frutas y en alguna ocasión en los alimentos preparados ya que el aceite puede ser un ingrediente de los mismos o bien que algún ingrediente contenga grasa en su composición. No obstante este parámetro no es relevante y normalmente se elimina en el tratamiento primario.

También observamos que el contenido en sólidos en suspensión puede ser muy elevado, pero al igual que los acei-



Avanzamos en nuestro compromiso para reducir el impacto medioambiental

El nuevo sistema de desodorización de la línea de fangos en la E.D.A.R. de Galindo incorpora la tecnología más innovadora en eliminación de olor, logrando una instalación de máxima eficiencia y respetuosa con las personas y el entorno.



Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa
Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia
www.consortiodeaguas.com

tes y grasas se eliminan mayoritariamente en las primeras fases del tratamiento de las aguas residuales, pretratamiento y tratamiento primario.

Salvo excepciones el contenido en nutrientes (fósforo y nitrógeno) en estas aguas residuales no es muy alto y es práctica habitual tener que adicionar reactivos para mejorar el equilibrio nutricional de las aguas de entrada al reactor biológico con el fin de obtener un correcto funcionamiento del sistema.

En relación a la carga contaminante de tipo orgánico (expresada como DQO y DBO), que es el factor más relevante en la contaminación de las aguas residuales de la industria de transformados vegetales, los contenidos medios de entrada a la depuradora los podemos considerar como elevados con valores hasta por encima de los 15.000 mg/L de DQO, generados habitualmente en aquellas campañas que utilizan el pelado químico en su procesado o en fases de limpieza y lavado de instalaciones. En la figura 1 podemos observar que el rendimiento de los diferentes tipos de depuración respecto a la eliminación de la carga orgánica de las aguas residuales (expresada como DBO) es, en todos los casos, mayor del 90 %, lo que asegura el cumplimiento de la normativa de vertido. No obstante, se aprecia que las depuradoras del tipo de fangos activos, en cualquiera de sus modalidades, consiguen rendimientos superiores a la de tipo anaerobio, alcanzando hasta el 97 % de eliminación de la DBO. Similar diferencia se encuentra en el porcentaje de eliminación de la DQO.

La mejora en el rendimiento de las depuradoras de fangos activos frente a la de tipo anaerobio es más evidente en la eliminación de fósforo y nitrógeno, siendo más apreciable en este último. Este hecho es debido a que el amoniaco es un producto intermedio en la fase de acidogénesis del proceso anaerobio y su formación, que depende de la temperatura y pH (a mayor temperatura y pH, más amoniaco se forma), conlleva

Tabla 2. Características de las aguas residuales de entrada y salida de los diferentes sistemas de depuración

	Depuración SBR		Depuración convencional		Depuración anaerobia	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida
Aceites y Grasas (mg/L)	5.7 <1-42	2.2 <1-19	12.1 <1-196	<1 ---	159 38-506	24 2-86
CE A 20°C (µs/cm)	2178 1646-3830	2780 2120-4460	2902 403-8710	2473 603-4130	3437 2200-7620	3622 3420-3870
pH	6.25 4.04-7.68	7.65 7.20-8.19	7.21 4.50-12.35	7.71 6.77-8.23	8.13 6.25-12.32	8.20 8.08-8.30
DBO (mg O ₂ /L)	3304 530-9408	132 <10-260	2621 510-7700	77.5 <10-360	3185 1600-5300	292 210-350
DQO (mg O ₂ /L)	5569 938-15190	197 <50-473	4486 815-13605	131 <50-599	5599 2886-9083	505 393-638
Fósforo (mg/L)	19.0 1.3-43	2.3 <0.5-8	10.4 2.1-20.5	3.0 <0.5-9.0	7.7 4-12	4.5 4-5
N-Kjeldahl (mg/L)	123 24-265	8.2 <5-14	55.3 10-120	5.5 <5-25	33 28-41	26 22-35
SST (mg/L)	2539 133-10560	63.4 <10-180	995 120-3790	64.0 <10-200	2958 460-10.000	170 100-320

Tabla 3. Volumen de aguas residuales generadas en la elaboración de conservas de frutas y hortalizas (m³/Tonelada procesada)

Materia prima procesada	m ³ /T
Melocotón	6-9
Albaricoque	6-9
Alcachofa	5-16
Pimiento morrón	5-9
Pimiento piquillo	12-32
Satsuma	5-9
Naranja - zumo	4-10
Tomate	4-8
Espárrago	24-32

Fuente: Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del Sector de los Transformados Vegetales. 2006

de frutas y hortalizas procesadas, podemos apreciar que los sistemas de fangos activos son más eficientes que la depuración anaerobia. No obstante, la digestión anaerobia consigue rendimientos también elevados y suficientes para el cumplimiento de la normativa de vertido. Además cuenta con la doble ventaja que al no necesitar aireación los costes de explotación son sensiblemente mas reducidos y la generación de lodos de depuradora es también muy inferior frente a los sistemas de fangos activos con el consiguiente ahorro en la gestión de los mismos.

Otro detalle a considerar es que, en aquellas empresas que no desarrollan actividad durante todo el año, se consiguen menores rendimientos en las campañas de corta duración o al principio de las campañas. Ello es debido a que a pesar de que el reactor se pone a punto con cierto tiempo de adelanto, cuando empiezan las campañas el funcionamiento del reactor todavía no es el óptimo y por lo tanto el rendimiento tampoco lo es. Ello lo hemos observado en las primeras muestras de las campañas y cuando la duración de las mismas

su acumulación en el digestato y el incremento de nitrógeno en las aguas de vertido que necesitarían de tratamientos terciarios para su eliminación.

Si nos fijamos en la figura 2 donde se muestran los rendimientos en la eliminación de la materia orgánica (expresada como DBO) de los diferentes tipos de depuración en las aguas residuales generadas por las diversas campañas



Figura 1. Rendimiento global de los diferentes tipos de depuradoras

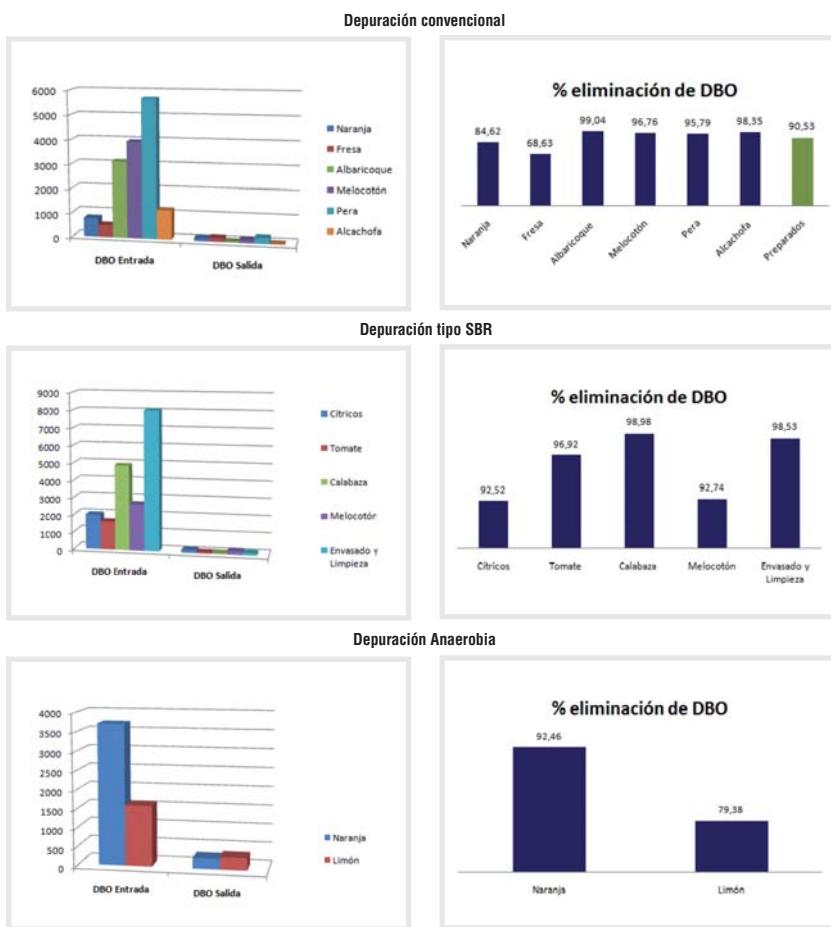


Figura 2. Rendimiento de los diferentes tipos de depuración para las aguas residuales generadas en diversas campañas procesadas

es de dos o tres semanas y no es continuación de otras campañas.

CONCLUSIONES

En resumen del estudio realizado y los

resultados obtenidos podemos concluir:

- Los sistemas de depuración adoptados por las empresas de transformados vegetales son mayoritariamente de tipo biológico y entre estos los sistemas de

fangos activos en cualquiera de sus versiones son los más habituales.

- La carga orgánica de las aguas residuales generadas es variable según la materia prima procesada. Sin embargo, en términos de DQO, podemos considerarla media-alta y con una marcada naturaleza biodegradable.

- Los resultados del estudio ponen de manifiesto que los sistemas de depuración adoptados son adecuados a las características de las aguas residuales generadas por este sector y consiguen aguas de vertido que cumplen sobradamente la normativa de vertidos a alcantarillado.

- Los sistemas del tipo de fangos activos son más eficientes en la eliminación de la carga orgánica y sobre todo de nitrógeno y fósforo que la depuración anaerobia. Por el contrario este último sistema tiene unos menores costes de explotación y genera una cantidad menor de lodos de depuradora.

- Todas las empresas colaboradoras con el estudio disponen de personal formado en temas de depuración, y muchas de ellas tienen contratados servicios de asesoría a ingenierías especializadas en la materia. No obstante, sigue habiendo en general, un déficit de especialización en el personal que sería importante subsanar para mejorar el rendimiento de las instalaciones en la calidad de las aguas tratadas y sobre todo en los costes de explotación de las EDARIs.